Phys. sp.
767
13

Phys. M. 367/13

ACADÉMIE ROYALE DE BRUXELLES.

(Extrait du tom. VI, nº 11, des Bulletins.)

ACOUSTIQUE.

Sur les sons produits par la flamme du gaz hydrogène dans les tubes ;

PAR

M. Martens,

Membre de l'académie royale de Bruxelles.

On connaît, depuis 1775, la merveilleuse propriété de la flamme de l'hydrogène de produire des sons en l'engageant dans un tube de verre, de métal ou même de carton, d'une longueur et d'un diamètre convenables. La cause de ce singulier phénomène avait d'abord été attribuée à l'expansion et à la contraction alternatives de la vapeur aqueuse produite par la combustion de l'hydro-

Digitized by Google

gène; mais M. Faraday montra que les flammes qui ne produisent pas de vapeur aqueuse, telle que celle de l'oxyde de carbone, peuvent aussi donner des sons, et que la flamme d'hydrogène en donne dans un tube chauffé au delà de 200°, où la vapeur aqueuse n'est point exposée à être condensée (*Journal of science, London* 1818, p. 275). On dut dès-lors chercher ailleurs la cause de ces sons. M. Faraday considérant que la flamme n'est qu'un gaz ou une vapeur inflammable qui brûle, ainsi qu'il résulte des belles recherches de Davy sur les flammes; sachant, du reste, que les fluides élastiques combustibles mêlés en proportion convenable avec l'air atmosphérique forment des mélanges explosifs, fut conduit naturellement à attribuer à une explosion continue ou se répétant sans interruption, le son que rend la flamme de l'hydrogène ou d'autre gaz engagée dans des tubes. Il restait à déterminer l'influence du tube dans la production du phénomène. M. Faraday démontra d'abord que le tube n'agit pas par des vibrations que la flamme pourrait lui communiquer, puisque des tubes fêlés et même des tubes de papier produisent également le phénomène. Il crut donc avec raison que l'influence du tube ne pouvait provenir que du courant d'air rapide qu'il détermine autour de la flamme, courant qui doit favoriser, d'après lui, la formation de mélanges explosifs en amenant dans la flamme une suffisante quantité d'air pour que l'hydrogène y devienne explosif. Cette explication très-judicieuse ne me paraît pas entièrement exacte. Car si le son est le résultat de l'explosion qui se produit dans la flamme, comment se fait-il que la flamme d'un mélange explosif d'hydrogène et d'oxygène, sortant du chalumeau de Newmann, ne donne pas de son à l'air libre? On ne peut dire que l'explosion dans ce cas existe,

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

mais qu'elle doit être renforcée par un tube de verre pour devenir sensible, puisque d'après les propres observations de M. Faraday, les vibrations ou la résonnance du tube ne concourent pas à la production du son et ne peuvent influer que sur son timbre. Il est d'ailleurs difficile, pour ne pas dire impossible, d'admettre que des mélanges explosifs du volume d'une petite flamme d'hydrogène puissent produire une détonation sensible, et lorsqu'on considère que des flammes d'hydrogène dont le volume est loin d'atteindre un centimètre cube, produisent souvent des sons très-forts, il me paraît nécessaire de chercher ailleurs la cause du phénomène. Or, quand on observe ce qui se passe, en engageant une flamme d'hydrogène dans un tube de verre, on voit avant que la flamme ne commence à rendre des sons, qu'elle se rétrécit sensiblement, surtout vers sa base. Ce rétrécissement, qui est sans doute une suite du courant d'air très-accéléré que le tube détermine autour de la flamme, est tel que bien des flammes, autres que celle de l'hydrogène, s'éteignent lorsqu'on les engage dans de pareils tubes; ce qui est dû à ce que développant moins de chaleur dans leur combustion, et en exigeant davantage pour brûler, leur volume ne saurait être considérablement diminué sans qu'elles ne s'éteignent, comme cela a lieu aussi lorsqu'on les fait passer par une ouverture un peu étroite. C'est parceque la flamme de l'hydrogène est de toutes les flammes celle qui se laisse rétrécir le plus sans s'éteindre, qu'elle l'emporte sur toutes les autres pour la production des sons dans des tubes.

La cause de ce rétrécissement n'est pas difficile à trouver. Il est clair que comme l'air s'échauffe fortement dans le tube de verre par la présence de la flamme, et d'autant plus qu'il est plus étroit, il doit s'y établir un fort courant

Digitized by Google

ascendant. L'air froid doit donc affluer avec une grande vitesse par l'ouverture inférieure du tube, et en montant avec rapidité le long de la flamme, doit la rétrécir en refroidissant l'enveloppe externe de la flamme au-dessous du degré auquel le gaz y brûle, et entraînant avec lui le gaz hydrogène, qui aurait dû former la partie extérieure de la flamme non rétrécie. De là un mélange d'hydrogène et d'air qui va se répandre au-dessus de la flamme, dans la partie la plus échauffée du tube, et qui pourra y former un mélange explosif d'un volume assez notable, pour qu'enflammé par la flamme restante du gaz, il puisse produire une détonation sensible. Ces mélanges explosifs continuant à se faire sans interruption tant que la flamme se trouve rétrécie par le souffle d'air froid que le tube excite autour d'elle, leurs détonations successives, qui se succèdent avec une extrême rapidité, doivent produire un son continu.

Pour m'assurer si telle était effectivement la cause du son que donne la flamme d'hydrogène dans les tubes peu larges, j'ai coupé en deux un tube de verre d'un diamètre convenable, et ayant ajusté entre les deux bouts coupés un disque de toile métallique propre à intercepter la flamme d'hydrogène, je les ai réunis de manière à ce que les deux parties ne formassent de nouveau qu'un même tube interrompu au milieu par le disque de toile métallique, mais ne donnant aucun passage aux gaz à l'endroit de la solution de continuité. Ayant ensuite engagé une flamme d'hydrogène dans ce tube, je vis qu'elle cessa de donner des sons dès que sa pointe ne fut plus qu'à quelques millimètres de la toile métallique. Le son commence déjà à s'affaiblir lorsque la flamme n'est plus qu'à 1 ou 2 centimètres de la toile métallique, et il cesse constamment dès que la pointe de la flamme vient à toucher la toile.

Digitized by Google

Ceci prouve, ce me semble, que les sons ne sont pas formés par la flamme même, mais par un mélange explosif qui se forme au-dessus d'elle et dont la toile métallique, dans notre expérience, empêchait l'inflammation. En retirant la toile métallique et ajustant de la même manière les deux bouts du tube, la flamme continua à rendre des sons à la solution de continuité du tube, ce qui prouve que ce n'est pas elle qui, dans l'expérience précédente, avait empêché le son de se produire en cet endroit.

D'après ce qui précède il me semble démontré que l'explosion continue qui forme le son que fait entendre la flamme du gaz hydrogène dans des tubes de verre, est le résultat d'un mélange explosif qui se forme continuellement au-dessus d'elle, et qui provient, selon nous, de ce qu'une portion du gaz de la flamme y échappe à la combustion par suite du souffle d'air froid que le tube détermine autour d'elle. Aussi, ce n'est que pour autant que ce souffle est assez fort pour produire l'effet désigné et opérer ainsi le rétrécissement de la flamme, que celle-ci peut donner des sons, et l'intensité du son est généralement, comme je l'ai observé, en raison du rétrécissement qui s'est opéré dans la flamme.

J'admets donc avec M. Faraday que le son produit par les flammes engagées dans des tubes, est le résultat d'une légère explosion qui se continue sans interruption ou avec une extrême rapidité; mais je diffère avec lui sur le lieu où l'explosion se produit. Une expérience directe vient complétement à l'appui de ma manière de voir. Davy a reconnu, dans ses premières recherches relatives à la lampe de sûreté (*Ann. de chim. et de phys.*, t. 8, p. 370), que de petites lampes de sûreté à gaze métallique, étant introduites dans des récipiens remplis d'atmosphères explosives,

Digitized by Google

les gaz brûlent à l'intérieur du cylindre autour de la flamme de la lampe, et produisent des sons semblables à ceux qu'on obtient par un jet de flamme dans un tube. L'identité du résultat doit nous porter à admettre que, dans les tubes, le son se produit de la même manière que dans la lampe de sûreté plongée dans une atmosphère explosive, c'est-à-dire par la détonation successive de mélanges gazeux explosifs qui entourent la flamme.

Digitized by Google